

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-158168

(43)Date of publication of application : 31.05.2002

(51)Int.Cl.

H01L 21/027

G01B 11/00

G03F 7/20

(21)Application number : 2001-266012

(71)Applicant : ASM LITHOGRAPHY BV

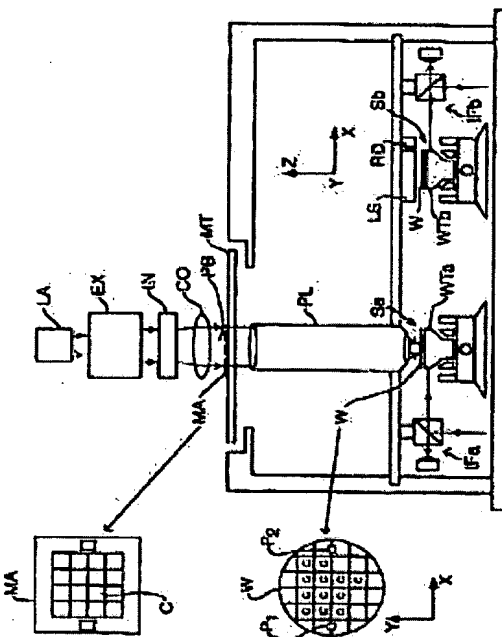
(22)Date of filing : 03.09.2001

(72)Inventor : KWAN YIM BUN PATRICK  
LEVASIER LEON MARTIN

(30)Priority

Priority number : 2000 00203082 Priority date : 07.09.2000 Priority country : EP

## (54) METHOD FOR CALIBRATING LITHOGRAPH PROJECTOR AND SYSTEM APPLICABLE OF THAT METHOD



(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To mutually calibrate two different position measurement systems for measuring the position of an object table at two different stations of a projector.

SOLUTION: The method for calibrating a projector comprising a projection beam supply system, a first object table MT which supports means MA for patterning the projection beam into a desired shape, second object tables Wta and WTb for holding a substrate W, and a system for projecting a beam onto a target part of the substrate W comprises a step for identifying more than one reference position of a set of the first and second object tables Wta and WTb or the MT by a first detection system and measuring the reference position by a first position measuring system, a step for identifying the reference position of one object table by a second detection system and measuring the reference position by a second position measuring system, and a step for associating the first and second position measuring systems using

measurement of the reference position.

**\* NOTICES \***

**JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1]A radiation system which supplies a radiation projection beam characterized by comprising the following, The 1st object table for holding a pattern formation means which acts so that a pattern of a projection beam may be defined according to a desired pattern, How to proofread lithograph projecting equipment constituted including the 2nd object table for holding a substrate, and a projection system which projects a beam which carried out pattern formation to a target part of a substrate.

A stage which identifies two or more reference positions which accomplish one group of the said 1st and 2nd object tables with the 1st detection system, and measures those reference positions with the 1st location system simultaneously.

A stage which identifies a reference position which accomplishes said group of said one object table with the 2nd detection system, and measures those reference positions with the 2nd location system simultaneously.

A stage which connects said 1st and 2nd location systems using measured value of said reference position.

[Claim 2]A method indicated to Claim 1 identified by detecting at least two marks given to an object table whose reference position which accomplishes said group is said one.

[Claim 3]A method indicated to Claim 1 identified by detecting at least two marks on a workpiece held on an object table whose reference position which accomplishes said group is said one.

[Claim 4]Said mark is a diffraction mark and a detection beam of radiation is applied to said diffraction mark, A method indicated to Claim 2 or Claim 3 from which a position of those marks is detected because measure intensity of the subfollowing beam diffracted by said mark with an intensity detector and detected strength by an intensity detector contains an index of a position of a mark to a detector.

[Claim 5]A method indicated to Claim 1 which a reference position which accomplishes said group is identified by detecting an aerial image of a mark with at least two image sensors with which said one object table is equipped, and which detect an aerial image of a mark.

[Claim 6]A method indicated to Claim 5 in which intensity from which said aerial image which has the specific pattern by which it was generated by a mark was scanned with an image sensor which is located in a crowning of a light-intensity detector, and which has a pattern similarly, and was detected with an intensity detector contains an index of a position of an aerial image to said image sensor.

[Claim 7]A method indicated to Claim 1 in which said location system contains an interference system.

[Claim 8]A method indicated to Claim 1 to which said calibration method is applied to all substrates processed by equipment.

[Claim 9]A method indicated in any 1 clause from Claim 1 in which said radiation system includes the radiation source to Claim 8.

[Claim 10]Lithograph projecting equipment comprising:

A radiation system which supplies a radiation projection beam.

The 1st object table for supporting a pattern formation means which acts so that a pattern of a projection beam may be defined according to a desired pattern.

The 2nd object table for holding a substrate.

A projection system which projects a beam which carried out pattern formation to a target part of a substrate, The 1st location system that measures one position of the said 1st and 2nd object tables, The 1st detection system that identifies a reference position of said one object table of said 1st location system within the limits, The 2nd location system that measures a position of said one object table, In order to connect mutually measured value of said 1st and 2nd location systems including the 2nd detection system that identifies a reference position of said one object table of said 2nd location system within the limits, A calculating means connected to said 1st and 2nd location systems and said 1st and 2nd detection systems.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to the method of connecting two or more location systems used for measuring the position of an object table in two or more processing stations of lithograph projecting equipment. The 1st object table for especially this invention to hold the radiation system which supplies a radiation projection beam, and the pattern formation means which acts so that the pattern of a projection beam may be defined according to a desired pattern, It is related with the calibration method of the lithograph equipment constituted including the 2nd object table for holding a substrate, and the projection system which projects the beam which carried out pattern formation to the target part of the substrate.

[0002]

[Description of the Prior Art]The term "pattern formation means" used on these Descriptions, It must be widely interpreted as meaning the means which can be used in order to give the radiation beam by the side of the incidence which has the cross section by which pattern formation was carried out so that it may be in agreement with the pattern which should be formed in the target part of a substrate, and the term "light bulb" can be used with regards to this. Generally, said pattern is in agreement with the specific stratum functionale in the device formed in a target part, for example, an integrated circuit, and other devices (see the following). The example of such a pattern formation means contains the following. Namely, – Mask. The concept of a mask is well-known in lithograph, and includes mask form like a binary (binary), a mutual phase

shift, and an attenuation phase shift, and various kinds of hybrid mask forms. If those masks are arranged in a radiation beam, according to the pattern of a mask, the alternative penetration (in the case of a transmission mask) of the synchrotron radiation which shines upon a mask, or a reflection (in the case of a reflecting mask) will be produced. As for the 1st object table, it guarantees that a mask can be held to the desired position in the entering radiation beam, and that a mask is movable to a beam if wished.

– The programmable mirror array held by the structured division called the 1st object table. The example of such equipment is a matrix address possible side which has a viscoelasticity control layer and a reflector. I hear that the area portion to which the address of the basic principle of such equipment is not carried out to the area portion to which the address of the reflector (for example) was carried out reflecting incident light as the diffracted light reflects incident light as the non-diffracted light, and there is. A suitable filter is used, said non-diffracted light is \*\*\*\*(ed) from a reflective beam, and it can leave only the diffracted light.

Thereby, pattern formation of the beam is carried out according to the address pattern of a matrix address possible side. Matrix addressing needed is executable using a suitable electronic means. The further information about such a mirror array can be collected, for example from US,5296891,B and 5523193, and these patents are used on these Descriptions. a frame, i.e., the 1st object table, supports a programmable mirror array, and a mirror array accepts necessity -- immobilization -- or it is supposed that it is movable.

– The programmable liquid crystal display (LCD) array held by the structured division called the 1st object table. The example of such an array is given to US,5229872,B and used on these Descriptions. the supporting-structure part in this case being embodied as a frame, i.e., 1st object table, and accepting necessity, as mentioned above -- immobilization -- or it is supposed that it is movable.

[0003]In order to consider it as brief-ization, the remaining portion of this Description is turned especially to the example which a certain part takes a mask and a mask table, but in the wide range of a pattern formation means which was explained by \*\*\*\*, the general principle explained in such an example must be understood.

[0004]Lithograph projecting equipment is applicable to manufacture of an integrated circuit (IC), for example. in that case, the target part (for example, one or more dices are included) of the substrate (silicon wafer) with which a pattern formation means forms the circuit pattern which was in agreement with each layer of IC, and this pattern is having the layer of a synchrotron radiation inductor (resist) covered -- image formation -- that is, image formation is carried out. Generally one wafer contains the whole network of the target part which 1 time per every \*\* is followed and is irradiated by a projection system and which adjoined. In the present equipment which uses pattern formation with the mask on a mask table, it is distinguishable between two different machine forms. In the lithograph projecting equipment of one form, each target part is irradiated by making a target part expose the whole mark pattern in one operation. Generally such equipment is called a wafer stepper. In the equipment which replaces this and which is generally called step and scan equipment. While scanning a mark pattern under a projection beam one by one to the given reference direction (the "scanning" direction), each target part is irradiated by scanning a board table synchronizing with this direction, parallel, or an un-parallel direction. Since the projection system generally has the magnification  $M$  (generally  $<1$ ), the speed  $V$  which scans a board table will be  $M$  times the scan speed of a mask table. The further information about lithograph equipment which is indicated on these Descriptions can be collected, for example from US,6046792,B, and the patent is used on these Descriptions.

[0005]In the manufacturing process which uses lithograph projecting equipment, image formation of the pattern (for example, formed in a mask) is carried out on the substrate covered in part at least in the layer of the synchrotron radiation inductor (resist). In advance of this image formation stage, a substrate is given various kinds of processings (priming), for example, preparation, synchrotron radiation inductor covering, and light-burned \*\*\*\* (software baking). A substrate has other processings (PEB), for example, postexposure baking, development, heavy baking (postbake), and the measurement/inspection of a figure (features) by which image formation was carried out carried out after exposure. This the processing of a series of is used as foundations for carrying out pattern formation of each layer of a device, for example, IC. processing of various kinds [ layer / such / by which pattern formation was carried out ] after that, for example, etching, and an ion implantation -- in \*\*\*\* ion implantation (doping), metallic coating, oxidation, chemistry-mechanical polishing, etc., in order that the all may finish each layer, it has intention of \*\*\*\*\*. If some layers are needed, all these processes or the deformation process of those must be repeated at every the new formation of a layer of each. Eventually, the array of a device is formed on a substrate (wafer). These devices of each other are separated after that by dicing or technology like sewing, and each device can be attached to the carrier connected with the pin from there. The further information about these processings, for example "The practical guide of a microchip manufacture:semiconductor process", It can obtain from the books of ISBN0-07-067250-4, and the books will be applied on these Descriptions in the 3rd edition, author Peter Juan TSUANTO, a Mac glow leech publication company, and 1997.

[0006]In order to attain brief-ization, a projection system is called a "lens" below, but this term must be widely interpreted as including the projection system of various forms, for example, includes diffracted-light study equipment, reflected-light study equipment, and a catadioptric system. Those elements also call a radiation system a "lens" collectively or independently below also including the element which operates according to either of such design forms, and points to it, fabricates or controls a radiation projection beam.

[0007]Lithograph equipment can have two or more board tables (and (or) two or more mask tables). In the equipment of such "two or more stages", the table added can carry out a preparatory step to one or more tables, while being used in parallel or using one or more tables by exposure. The lithograph equipment of two stages is indicated, for example to US,5969441,B, and WO98/40791.

They are used on these Descriptions.

The fundamental working principle in the equipment of such two or more stations, While being located in the 1st station of the lower part of a projection system for exposure of the 1st substrate with which the 1st board table is arranged on it, The 2nd board table moves toward the 2nd station, and an exposed substrate is released, A new substrate is incorporated and some initial Measurement Division stages are performed to that new substrate, it can stand by in order to send this new substrate to the 1st station of the lower part of a projection system, as soon as exposure of the 1st substrate is completed after that, and from that completion, I hear that a cycle is repeated and it is. Thus, increase of the substantial amount of machine processings can be attained, and this improves a machine owner's expense. In order to raise the throughput of equipment, it is useful even by even using three or more stations which carry out a different processing stage over a substrate.

[0008]Similarly, the lithograph projecting equipment which has one or more mask tables can also be considered. Also in the model (scenario) exposed by an image with two or more masks, such a machine has

a useful each layer of a dice, for example. In this case, existence of two or more mask tables enables the big improvement of a throughput. Generally this invention is given about the equipment which has two or more board tables by the following explanation. However, it will be recognized that this explanation is equally applied to the equipment which has two or more mask tables.

[0009]With the equipment of two or more stations to illustrate, position control systems are used in order to control the position of the board table within equipment. The 1st location system with which this system measures the position of a board table at the 1st station, The 2nd location system that measures the position of a board table at the 2nd station, the number of other stations, and other location systems which measure the position of same number of board tables are included. Being connected with high degree of accuracy is dramatically important for these location systems. It is because the data measured between the initial Measurement Division stages in the 2nd station in the specified position of the substrate is used in said specific position at the time of exposure at the 1st station. I hear that scaling offset (scaling offset) of the 1st location system in the 1st station is different from scaling offset of the 2nd location system in the 2nd station by environmental influence, and one of the problems which may arise has it. Scaling offset is a ratio of the real separation between two positions on a board table, and the separation which was measured by each location system and drawn. When scaling offset differs between the 1st location system and the 2nd location system, in these position control systems, it is impossible to reappear at other stations in the accuracy for which the position measured at one station is needed. In the equipment of a single station, since the Measurement Division stage and exposure are carried out by a single location system at the same station, scaling offset is not produced.

[0010]

[Problem to be solved by the invention]The purpose of this invention is to provide the method of receiving mutually and proofreading at least two different location systems used for measuring the position of an object table at at least two different stations of lithograph projecting equipment.

[0011]

[Means for solving problem]These and other purposes identify two or more reference positions which accomplish one group of the following stage, i.e., said 1st [ the ], and 2nd object tables with the 1st detection system, The stage which measures those reference positions with the 1st location system simultaneously, The stage which identifies the reference position which accomplishes said group of said one object table with the 2nd detection system (or recognition), and measures those reference positions with the 2nd location system simultaneously, It is attained in the equipment which is characterized by including the stage which connects said 1st and 2nd location systems using the measured value of said reference position in said calibration method and which was specified in the beginning.

[0012]When there are N object tables ( $N > 2$ ) and each station, an identification (or recognition) stage is performed N times, and a relating stage needs N location systems. Two or more reference positions which accomplish the group of said object table are detected, and the determination of scaling offset is attained by measuring the position of said object table with a location system simultaneously. By performing this in each of a location system, it becomes possible to connect the measured value of a different location system mutually. Detection of two or more reference positions which accomplish a group is attained by detecting two or more marks which accomplish the group which exists on the field of an object table with the

detection system relevant to the 1st measurement system, and the detection system relevant to the 2nd measurement system. Offset other than scaling offset may arise by the nonlinear high order error of a measurement system. These high order errors can be proofread by connecting the location system which changes with polynomials (multi-degree polynomials) which use the measured value from two or more reference positions. While this calibration method is performed, an object table moves so that that mark of a series of may be detected by a detection system, and enables it to identify those reference positions (or recognition). For this reason, an object table can be equipped with the workpiece (namely, suitably a substrate or a mask) which can equip an object table with two or more marks, or has two or more marks. Each location system measures the change (reference distance) of an object table [ 1st and 2nd detection of two or more masks is performed / in / at least / X and the direction of Y ] between. Two or more reference positions can also be determined by detecting the space image of one mask projected on the flat surface of the object table where it has two or more detectors. In that case, the interval distance of both detectors gives reference distance.

[0013]By the thing between two marks or a detector for which the reference distance of the direction (mark DX) of X between two reference positions is so got to know, in order to calculate relative scaling offset, a following formula can be used.

[Mathematical formula 1]

The same offset is calculable about surrounding rotation of scaling offset (X)= measurement DX / standard DXY, the absolute scaling offset in a Z direction and X, Y, and a Z direction. He has to understand that it can be used for the scaling offset calculated in this way calculating a position specific as a function of the measured value in a specific station. Each location system is proofread by making it such at each station. It is necessary to calculate scaling offset for every substrate which scaling offset shows a gap of a certain grade, i.e., a drift, therefore is processed, for example with equipment once or more.

[0014]In order to acquire relative scaling offset, the location system of the 1st station (st.1) can be proofread to the location system of the 2nd station (st.2) with a following formula.

[Mathematical formula 2]Scaling offset (Xst.1 to Xst.2) = measurement DX (st.1) / measurement DX (st.2)

The advantage which uses relative scaling offset is saying that which linearity scaling effect [ like ] which is the thermal expansion of the object table increased linearly can take the interval distance of two marks into consideration in relating processing. When there are three or more stations, one station can be chosen as "Hawly (holly)", other stations of all the can be connected to the station, and it can crawl and a gap or two stations can be connected mutually.

[0015]The radiation system which supplies a radiation projection beam according to the concept of further others of this invention, The 1st object table for supporting the pattern formation means which acts so that the pattern of a projection beam may be defined according to a desired pattern, The 2nd object table for holding a substrate, and the projection system which projects the beam which carried out pattern formation to the target part of the substrate, The 1st location system that measures one position of the said 1st and 2nd object tables, The 1st detection system that identifies the reference position of said one object table of said 1st location system within the limits (or recognition), The 2nd location system that measures the position of said one object table, In order to connect mutually the measured value of said 1st and 2nd location systems including the 2nd detection system that identifies the reference position of said one object

table of said 2nd location system within the limits, Lithograph projecting equipment including the calculating means connected to said 1st and 2nd location systems and said 1st and 2nd detection systems is provided. [0016] Although especially the thing for which \*\*\*\* uses the equipment by this invention in IC manufacture was quoted, he should understand clearly that this equipment has an application in which other many are made possible. For example, it can be used for the guide of manufacture of a unification optical system, a magnetic area memory, a liquid crystal display panel, a thin film magnetic head, etc., and formation of a detecting pattern. The person skilled in the art has to consider such an alternative application that use of the term "reticle" of this Description, a "wafer", or a "dice" is replaced with each more general term "mask", a "substrate", and a "target part."

[0017] This invention and its accompanying advantage will be further clarified by the schematic view of the embodiment and attachment which are made into an example.

[0018]

[Mode for carrying out the invention] Example 1 drawing 1 shows roughly lithograph projecting equipment with appropriate using it for the method by the 1st embodiment of this invention. Radiation system LA, Ex, IN, and CO to which this equipment supplies the radiation (for example, ultraviolet-rays or extreme-ultraviolet-rays, X-rays, ion, or electron) projection beam PB, Mask table (1st object table) MT connected with the 1st positioning means for having a mask holder holding mask MA (for example, reticle), and positioning a mask correctly to a standard like component PL, It has a substrate holder holding the substrate W (for example, resist covering silicon wafer), The 1st board table (2nd object table) WTa connected with the 2nd positioning means for positioning a substrate correctly to a standard like component PL, The 2nd board table WTb connected with the 3rd positioning means for having a substrate holder holding the substrate W and positioning a substrate correctly to a standard like component PL, The 1st namely, on target part C of the substrate W currently held in the exposure station Sa at the 1st or 2nd board table, Projection system ("lens") PL (for example, diffraction or a reflective refraction system, a mirror group, or a field deflector array) which carries out image formation of the irradiation portions of mask MA, and the 2nd, Namely, leveling system LS for performing an initial Measurement Division stage on the substrate W currently held in the measurement stations Sb at the 1st or 2nd board table, Position control systems provided with the 1st location system IFa for measuring one position of a board table at the 1st station (exposure) Sa and the 2nd location system IFb for measuring one position of everything but a board table at the 2nd station (Measurement Division) Sb are included.

[0019] As this Description shows, this equipment is a transmission type (that is, it has a transmission mask) thing. However, generally it can also be considered, for example as a reflection type.

[0020] This radiation system contains radiation source LA (for example, the waveform formation machine, the plasma supply source, electron, or ion beam supply source with which the surroundings of a mercury lamp, pump laser, storage rings, or the electron beam way of a synchrotron were equipped) which generates a radiation beam. This beam passes various kinds of optical elements contained without the irradiation system Ex, for example, beam shaping Optical Apparatus Sub-Division, the integrator IN, and condenser (capacitor) CO, and is made as [ have / the beam PB obtained by this / the intensity distribution in desired form and cross section ].

[0021] The beam PB is interrupted by mask MA held in the mask holder on mask table MT. If mask MA is



crossed, the beam PB will pass lens PL and lens PL will carry out image formation of the beam PB on target part C of the substrate W. For example, in order to position target part C which is different in the optical path of the beam PB, it is supported by the interference type change measuring means IFaIFb, and the board table WTaWTb is correctly movable by the 2nd and 3rd positioning means. Similarly, after the 1st positioning means takes out mask MA, for example from a mask storage place mechanically, it can be used for positioning mask MA correctly to the optical path of the beam PB at the time of the scan of a mask. Generally, a motion of the mask tables MT, WTa, and WTb is supported by the module (positioning of a course) and the short module (detailed positioning) of the long stroke which is not clearly shown in drawing 1, and is realized. (step and scan equipment — conversely) in the case of a wafer stepper, mask table MT can be connected only with the pointing device of a short stroke, and orientation of a mask and fine adjustment of a position can be performed, or mask table MT can be fixed to it. The 2nd and 3rd positioning means are constituted so that the board table WTaWTb can be positioned on the range covering both the 1st station Sa of the lower part of projection system PL, and the 2nd station Sb of the lower part of leveling system LS. The suitable going system is indicated to WO98/28665, and WO98/40791 which were especially mentioned above. The number of that lithograph equipment has two or more exposure station and (or) two or more measurement stations, Measurement Division, and an exposure station differs mutually, and it should care about that the total of a station does not need to be equal to the number of a board table. The principle actually made separate [ exposure and measurement stations ] can be used with one or more board tables.

[0022]Graphic display equipment can be used in two different modes. That is, in 1. step-and-repeat (step) mode, mask table MT is held fundamentally at a state of rest, and the whole mask image is projected on target part C in one operation (namely, 1 time of "flash plate"). Next, a related board table is made as [ glare / with the beam PB / target part C which is moved in X and (or) the direction of Y, and is different ].

2. In step and scan (scan) mode, the same procedure is intrinsically applied except predetermined target part C not being exposed with 1 time of a "flash plate." Instead, mask table MT is movable in the predetermined direction "what is called scanning direction of Y", for example, the direction, at the speed v, therefore the beam PB is made as [ scan / a mask image top ]. Simultaneously, the related board table WTa or WTb is moved to a uniform direction or a counter direction by speed  $V=Mv$ . Here, M is the magnification (typically  $M=1/4$  or  $1/5$ ) of lens PL. Thus, it is not necessary to reduce resolution and comparatively large target part C can be exposed.

[0023]The following stages are used when using the method by this invention which proofreads lithograph projecting equipment by a manufacturing process. First, the substrate W is laid on the board table WTb at the 2nd station Sb. This substrate (see WTa and the WTb by drawing 2) had two base plane (for example, base flat surface) RM1 and RM2 at the table flat surface, and this base level is provided with the reference mask M1, M2 and image sensor TIS1, and TIS2, respectively. The mask M1 and the position of M2 are detected by the basis of mark detection system RD, and the position of a simultaneously related board table is measured by the 1 measurement system IFb to 6 flexibility.

[0024]Measurement of the position of a board table is performed by a system which is indicated, for example to US,6020964,B (P-0077.010-US), or WO99/32940 (P-0079.010-WO). These patents are used on these Descriptions. In order to measure a position, it is put in this location system by the board table in

which an interference beam is related. An optical encoder can also be used in order to read the position of a board table. Generally an optical encoder reads a motion of the graduation with which this read head may be attached on a board table including a read head. This location system measures advancing side by side of a board table when it moves, and thereby, mark detection system RD detects the 1st mark first, and then detects M1 and M2 for the 2nd mark, for example. By this procedure, a location system (IFa or IFb) measures the mark M1 and the reference interval distance of M2. It is being fixed about the board table and said distance gives the good standard for scaling of a location system. If a board table is moved to other location systems, the interval distance of both marks will be again used for scaling of a location system besides the above.

[0025]Mark detection system RD can be used as a system which was indicated to WO98 / 39689 (P-0070.010-WO), and the patent is used on these Descriptions. It can be used also for measuring the position of the mark on the substrate W about the mark M1 and M2. Such a mark detection system uses the radiation consistency beam applied to a reflection grating (mark). A mark turns the diffracted consistency beam to a detector, and reflects, and a detector measures the position of a mark.

[0026]At the 2nd station Sb, although the surface fixtures of the substrate W on a board table which is indicated in more detail in the European Patent gazette 1037117 (P-0128.010-EP) applied on these Descriptions are measured, leveling system LS can be used. Leveling system LS can be used for measuring surrounding rotation of the position of the Z direction of a particular surface and X, and the direction of Y, for example.

[0027]If the substrate W is scanned by leveling system LS and the mark M1 of a board table and the position of M2 are determined, since a board table makes the substrate W expose, it will be moved to the 1st station Sa. Then, the board table which exists in the 1st station must be moved from the 1st station Sa, other positions, for example, removal station. At the 1st station Sa, as shown in drawing 3, image sensor TIS1 and TIS2 are used for determining the position of the board table to the space image of mark TIS-M on the mask M. Image sensor TIS1 and TIS2 contain an opening on the surface located above the photodetector which induces radiation of the projection beam PB, for example. By irradiating with mark TIS-M by the projection beam PB, the space image of said mark is projected on the flat surface of a board table by a projection system. By arranging an opening so that said space image on the opening of image sensor TIS1 may be scanned and the opening may form the negative of a space image, a detector gives the maximum output which shows the maximum exposure, when it is located at the center of a focal plane and a space image. The example of a transmission type image sensor suitable for using it as detector TIS1 and TIS2 is indicated very in detail to US,4540277,B, and the reflection type image sensor (as substitution) is indicated to US,5144363,B. These patents are used on these Descriptions. TIS1 and M1 are contained in same base level RM1, and they have a fixed proofreading distance among both. It is applied that it is the same also as TIS2 and M2 on RM2. A board table is moved and reference distance is given for the location system IFa in the 1st station Sa because both image sensors (namely, TIS1, TIS2) detect the space image of mark TIS-M after that.

[0028]In order to determine scaling offset, so that it may be used at the 2nd station Sb a mark detection system, Or a lens passage consistency type (through the lens (TTL)) matching method can be used as indicated in the 5481362nd (P-0032.010-US) item of an United States patent used on these Descriptions. A

radiation consistency beam passes along projection system PL by using a lens passage consistency type matching method, and is put in it to the reflection grating located on a board table. This lattice reflects a beam into projection system PL, and returns it to a detector through the mark of mask MA, and a detector measures the reflectivity of that image that shows the position of a reflection grating.

[0029]Scaling offset can be used in order to make the measurement which was used by the calculating means or was performed with the 1st location system in order to calculate a true position as a function of the measurement signal of a location system (IFa or IFb) link to the measurement performed with the 2nd location system. Scaling offset can be determined about each substrate manufactured with equipment. Thus, scaling offset is adjusted about each substrate and the influence of a drift is suppressed to the minimum.

[0030]The method by the 2nd embodiment of example 2 this invention can be used with the equipment of drawing 1. According to the 2nd embodiment of this invention, two location systems (IFa, IFb) of each other are proofread by using two marks (P1, P2) located in the substrate W. After the substrate W is laid on the board table WTa and WTb, two or more marks of the substrate W are detected with the detection system of the 2nd station Sb, for example, detection-system RD of drawing 1. While moving to the 2nd mark P2 from the 1st mark P1, the position of a board table (WTa or WTb) is measured with the location system IFb. Thus, two reference positions are measured at the 2nd station Sb, and the scaling offset about the specific location system IFb can be calculated by getting to know the reference interval distance of two marks (P1, P2). Both location systems of each other can be connected by repeating this about the location system IFa of the 1st station Sa. At the 1st station Sa, in order to detect the mark of a substrate, the lens passage type (TTL) consistency system which could use the mark detection system similar to mark detection system RD used at the 2nd station Sb, or was mentioned above can be used.

[0031]Although the specific embodiment of this invention was mentioned above, it will be recognized that it can carry out by the method except having indicated this invention. For example, this method can be used for proofreading a location system, in order to measure the position of three or more object tables.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]Lithograph projecting equipment suitable for using it by the method by this invention is shown roughly.

[Drawing 2]The object table used for the equipment of drawing 1 is shown roughly.

[Drawing 3]The much more detailed figure of the 1st station of the equipment of drawing 1 is shown roughly.

[Explanations of letters or numerals]

C Target part

IFa, an IFb location system

LA, Ex, IN, CO radiation system

LS Leveling system

M1 and M2 Mark

MA Mask

MT Mask table

PB Beam

PL projection system, i.e., a lens

RD mark detection system

Sa and Sb Station  
TIS1 and TIS2 Detector  
TIS-M Mark  
W Substrate  
WTa, a WTb board table

---

[Translation done.]



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 放射投影ビームを供給する放射システムと、

所望パターンに従って投影ビームのパターンを定めるように作用するパターン形成手段を保持するための第1の物体テーブルと、

基板を保持するための第2の物体テーブルと、

基板のターゲット部分にパターン形成したビームを投影する投影システムとを含んで構成されたりトグラフ投影装置を校正する方法であって、

前記第1および第2の物体テーブルの1つの組を成す2以上の基準位置を第1の検出システムで同定し、同時にそれらの基準位置を第1の位置測定システムで測定する段階と、

前記1つの物体テーブルの前記組を成す基準位置を第2の検出システムで同定し、同時にそれらの基準位置を第2の位置測定システムで測定する段階と、

前記基準位置の測定値を使用して前記第1および第2の位置測定システムを関係づける段階とを含むリトグラフ投影装置の校正方法。

【請求項2】 前記組を成す基準位置が前記1つの物体テーブルに与えられた少なくとも2つのマークを検出することで同定される請求項1に記載された方法。

【請求項3】 前記組を成す基準位置が前記1つの物体テーブルに保持された被加工物上の少なくとも2つのマークを検出することで同定される請求項1に記載された方法。

【請求項4】 前記マークが回折マークであり、前記回折マークに対して放射線の検出ビームを当て、前記マークで回折された副次ビームの強度を強度検出器によって測定し、強度検出器による検出強度が検出器に対するマークの位置の指標を含むことでそれらのマークの位置が検出される請求項2または請求項3に記載された方法。

【請求項5】 前記1つの物体テーブルに備えられてマークの空中像を検出する少なくとも2つの像センサーによってマークの空中像を検出することで、前記組を成す基準位置が同定される請求項1に記載された方法。

【請求項6】 マークにより発生した特定パターンを有する前記空中像が光強度検出器の頂部に位置する同様パターンを有する像センサーで走査され、強度検出器で検出された強度が前記像センサーに対する空中像の位置の指標を含む請求項5に記載された方法。

【請求項7】 前記位置測定システムが干渉システムを含む請求項1に記載された方法。

【請求項8】 前記校正方法が装置によって処理されるあらゆる基板に対して適用される請求項1に記載された方法。

【請求項9】 前記放射システムが放射源を含む請求項1から請求項8までのいずれか一項に記載された方法。

【請求項10】 放射投影ビームを供給する放射システ

ムと、

所望パターンに従って投影ビームのパターンを定めるように作用するパターン形成手段を支持するための第1の物体テーブルと、

基板を保持するための第2の物体テーブルと、

基板のターゲット部分にパターン形成したビームを投影する投影システムと、

前記第1および第2の物体テーブルの1つの位置を測定する第1の位置測定システムと、

10 前記第1の位置測定システムの範囲内の前記1つの物体テーブルの基準位置を同定する第1の検出システムと、前記1つの物体テーブルの位置を測定する第2の位置測定システムと、

前記第2の位置測定システムの範囲内の前記1つの物体テーブルの基準位置を同定する第2の検出システムとを含み、

20 前記第1および第2の位置測定システムの測定値を互いに関係づけるために、前記第1および第2の位置測定システムと、前記第1および第2の検出システムとに接続された計算手段を含むリトグラフ投影装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、リトグラフ投影装置の複数の処理ステーションにおいて物体テーブルの位置を測定するのに使用される複数の位置測定システムを関係づける方法に関する。特に、本発明は、放射投影ビームを供給する放射システムと、所望パターンに従って投影ビームのパターンを定めるように作用するパターン形成手段を保持するための第1の物体テーブルと、基板を保持するための第2の物体テーブルと、基板のターゲット部分にパターン形成したビームを投影する投影システムとを含んで構成されたりトグラフ装置の校正方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】本明細書で使用する用語「パターン形成手段」は、基板のターゲット部分に形成すべきパターンと一致するようにパターン形成された横断面を有する入射側の放射ビームを与えるために使用することのできる手段を意味すると広く解釈しなければならず、用語「光バルブ」もこれに関係して使用することができる。一般に、前記パターンはターゲット部分に形成されるデバイス、例えば集積回路または他のデバイス（以下を参照）における特定の機能層に一致する。そのようなパターン形成手段の例は以下のものを含む。すなわち、

・ マスク。マスクの概念はリトグラフにおいて周知であり、2値（バイナリー）、交互位相変移、および減衰位相変移のようなマスク形式、並びに各種のハイブリッド・マスク形式を含む。放射ビーム内にそれらのマスクを配置すると、マスクのパターンに従って、マスクに当たる放射光の選択的な透過（透過マスクの場合）、また

は反射（反射マスクの場合）を生じる。第1の物体テーブルは、入射する放射ビーム内の所望位置にマスクが保持できること、および望まれるならばビームに対してマスクを移動できることを保証する。

・ 第1の物体テーブルと称される構造部によって保持されたプログラム可能ミラー・アレー。そのような装置の例は、粘弾性制御層および反射面を有するマトリックス・アドレス可能面である。そのような装置の基本原理は、（例えば）反射面のアドレスされた面積部分が入射光を回折光として反射するのに対して、アドレスされていない面積部分は入射光を非回折光として反射するということである。適当なフィルタを使用して、反射ビームから前記非回折光を濾光して回折光のみ残すことができる。これにより、ビームはマトリックス・アドレス可能面のアドレス・パターンに従ってパターン形成される。必要とされるマトリックス・アドレス指定は、適当な電子手段を使用して遂行できる。このようなミラー・アレーに関する更なる情報は、例えば米国特許第5296891号および同第5523193号から収集することができ、これらの特許は本明細書で援用される。フレームすなわち第1の物体テーブルはプログラム可能ミラー・アレーを支持し、ミラー・アレーは必要に応じて固定または可動とされる。

・ 第1の物体テーブルと称される構造部によって保持されたプログラム可能液晶表示装置（LCD）アレー。このようなアレーの例は米国特許第5229872号に与えられており、本明細書で援用される。上述したように、この場合の支持構造部は例えばフレームすなわち第1の物体テーブルとして具現され、必要に応じて固定または可動とされる。

【0003】簡明化とするために、本明細書の残りの部分は、ある箇所でマスクおよびマスクテーブルを要する例に特に向けられるが、そのような例で説明される一般原理は上述で説明したようなパターン形成手段の広い範囲において理解されねばならない。

【0004】リトグラフ投影装置は、例えば集積回路（IC）の製造に使用できる。その場合、パターン形成手段はICの個々の層に一致した回路パターンを形成し、このパターンは放射光感応物質（レジスト）の層を被覆されている基板（シリコン・ウェーハ）のターゲット部分（例えば1以上のダイスを含む）に結像すなわち像形成される。一般に1つのウェーハは、投影システムによって1回に1つずつ連続して照射される隣接したターゲット部分のネットワーク全体を含む。マスク・テーブル上のマスクによるパターン形成を使用した現在の装置では、2つの異なる機械形式の間で区別することができる。1つの形式のリトグラフ投影装置においては、1回の動作でマーク・パターン全体をターゲット部分に露光させることで各ターゲット部分が照射される。このような装置はウェーハ・ステッパと一般に称される。これ

に代わる一般にステップ・アンド・スキャン装置と称される装置では、与えられた基準方向（「走査」方向）に順次に投影ビームの下でマーク・パターンを走査する一方、この方向と平行または非平行な方向に基板テーブルを同期して走査することで、各ターゲット部分が照射される。一般に投影システムは倍率M（一般に $<1$ ）を有しているので、基板テーブルを走査する速度Vはマスク・テーブルの走査速度のM倍となる。本明細書で記載されるようなリトグラフ装置に関するさらなる情報は、例えば米国特許第6046792号から収集することができ、その特許は本明細書で援用される。

【0005】リトグラフ投影装置を使用した製造処理において、パターン（例えば、マスクに形成される）は、放射光感応物質（レジスト）の層で少なくとも一部覆われている基板上に像形成される。この像形成段階に先だって、基板は各種の処理、例えば下処理（プライミング）、放射光感応物質被覆、および軽焼付け（ソフト・ベイク）を施される。露光の後、基板は他の処理、例えば後露光焼付け（PEB）、現像、重焼付け（ハード・ベイク）、および像形成された姿（features）の測定／検査を実施される。この一連の処理はデバイス、例えばICの個々の層をパターン形成するための基本として使用される。このようなパターン形成された層は、その後、各種の処理、例えばエッチング、イオン注入すなわちイオン・インプランテーション（ドーピング）、金属被覆、酸化、化学機械研磨などを施されが、その全ては個々の層を仕上げるために意図されている。幾つかの層を必要とするならば、各々の新しい層の形成のたびに、この全ての過程を、またはその変形過程を繰り返さなければならない。最終的に、基板（ウェーハ）上にデバイスのアレーが形成される。これらのデバイスは、その後、ダイシングまたはソーイングのような技術によって互いに分離され、そこから個々のデバイスはピンに連結されている担体に取り付けることができる。これらの処理に関するさらなる情報は、例えば「マイクロチップ製造：半導体処理の実際的なガイド」、第3版、著者ピーター・ファン・ツァント、マックグロー・ヒル出版カンパニー、1997年、ISBN0-07-067250-4の書籍から得ることができ、その書籍は本明細書で援用される。

【0006】簡明化を図るために、投影システムは以下に「レンズ」と称するが、この用語は各種形式の投影システムを包含するものと広く解釈されねばならず、例えば回折光学装置、反射光学装置、および反射屈折光学系を含む。放射システムは、これらの設計形式のいずれかに応じて作動して放射投影ビームを指向、成形または制御する要素も含み、それらの要素も以下に集合的または単独に「レンズ」と称する。

【0007】リトグラフ装置は2以上の基板テーブル（および（または）2以上のマスク・テーブル）を有す

ることができる。そのような「複数ステージ」の装置では、付加されるテーブルは平行的に使用されるか、または1以上のテーブルが露光で使用されている間、1以上のテーブルに対して準備段階を実施することができる。2ステージのリトグラフ装置は、例えば米国特許第5969441号およびWO98/40791に記載されており、それらは本明細書で援用される。そのような複数ステージの装置における基本的な作動原理は、第1の基板テーブルがその上に配置されている第1の基板の露光のために投影システムの下方の第1のステーションに位置する間、第2の基板テーブルは第2のステーションへ向かって移動し、露光済み基板を解放し、新しい基板を取り込み、その新しい基板に幾つかの初期計測段階を実行し、その後第1の基板の露光が完了するや否やこの新しい基板を投影システムの下方の第1のステーションへ送るために待機することができ、その完了からサイクルが繰り返されるということである。このようにして、実質的な機械処理量の増大を達成することができ、これは機械所有者の費用を改善する。装置の処理量を向上させるために基板に対する異なる処理段階を遂行する3以上のステーションを使用することですら有益である。

【0008】同様に、1以上のマスク・テーブルを有するリトグラフ投影装置も考えることができる。そのような機械は、例えばダイスの各層が複数マスクによる像で露光されるモデル（シナリオ）においても有用である。この場合、複数マスク・テーブルの存在が処理量の大きな改善を可能にする。以下の説明で本発明は、複数の基板テーブルを有する装置に関して一般に与えられる。しかしながら、この説明は複数のマスク・テーブルを有する装置に対して等しく適用されることが認識されるであろう。

【0009】例示する複数ステージの装置で、位置制御システムは装置内での基板テーブルの位置を制御するために使用される。このシステムは、第1のステーションで基板テーブルの位置を測定する第1の位置測定システムと、第2のステーションで基板テーブルの位置を測定する第2の位置測定システムと、その他のステーションの数と同じ数の基板テーブルの位置を測定する他の位置測定システムを含む。これらの位置測定システムは高精度で関係づけられることが非常に重要である。何故なら、第2のステーションでの初期計測段階の間に基板の特定位置で測定されたデータは、第1のステーションでの露光時に前記特定の位置で使用されるからである。起こり得る問題の1つは、第1のステーションでの第1の位置測定システムのスケーリング・オフセット

(scaling offset) は、環境の影響によって、第2のステーションでの第2の位置測定システムのスケーリング・オフセットと相違するということである。スケーリング・オフセットとは、基板テーブル上の2つの位置の間

の実離隔距離と、各位置測定システムにより測定されて導き出された離隔距離との比である。スケーリング・オフセットが第1の位置測定システムと第2の位置測定システムとの間で異なる場合、この位置制御システムでは、1つのステーションで測定した位置を必要とされる精度で他のステーションで再現することは不可能である。単一ステーションの装置では、計測段階および露光が単一の位置測定システムによって同じステーションで実施されるために、スケーリング・オフセットは生じない。

#### 【0010】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、リトグラフ投影装置の少なくとも2つの異なるステーションで物体テーブルの位置を測定するのに使用された少なくとも2つの異なる位置測定システムを、互いに対して較正する方法を提供することである。

#### 【0011】

【課題を解決するための手段】これらの、および他の目的は、以下の段階、すなわち前記第1および第2の物体テーブルの1つの組を成す2以上の基準位置を第1の検出システムで同定し、同時にそれらの基準位置を第1の位置測定システムで測定する段階と、前記1つの物体テーブルの前記組を成す基準位置を第2の検出システムで同定（若しくは認識）し、同時にそれらの基準位置を第2の位置測定システムで測定する段階と、前記基準位置の測定値を使用して前記第1および第2の位置測定システムを関係づける段階とを含むことを前記較正方法において特徴とする、冒頭に明記した装置において達成される。

【0012】 $N$ 個 ( $N > 2$ ) の物体テーブルおよびそれぞれのステーションがある場合、同定（若しくは認識）段階は $N$ 回実行され、関係づけ段階は $N$ 個の位置測定システムを必要とする。前記物体テーブルの組を成す2以上の基準位置を検出し、同時に前記物体テーブルの位置を位置測定システムで測定することで、スケーリング・オフセットの決定が可能となる。位置測定システムの各々でこれを実行することにより、異なる位置測定システムの測定値を互いに関係づけることが可能になる。組を成す2以上の基準位置の検出は、第1の測定システムと関連する検出システムおよび第2の測定システムと関連する検出システムによって物体テーブルの面上に存在する組を成す2以上のマークを検出することで達成される。スケーリング・オフセット以外のオフセットが、測定システムの非線形の高次のエラーによって生じ得る。これらの高次のエラーは複数の基準位置からの測定値を使用する多項式 (multi-degree polynomials) によって異なる位置測定システムを関係づけることで較正できる。この較正方法が行われる間、物体テーブルはその一連のマークが検出システムによって検出されるように移動し、それらの基準位置を同定（若しくは認識）できる



ようにする。このために、2以上のマークを物体テーブルに備えることができ、または2以上のマークを有する被加工物（すなわち、適当に基板またはマスク）を物体テーブルに備えることができる。各位置測定システムは、2以上のマスクの第1および第2の検出が行われる間の少なくともXおよびY方向における物体テーブルの変移（基準距離）を測定する。2以上の検出器が備えられている物体テーブルの平面上に投影された1つのマスクの空間像を検出することで2以上の基準位置も決定できる。その場合、両検出器の間隔距離が基準距離を与える。

【0013】2つのマークまたは検出器の間の、それ故に2つの基準位置の間のX方向（符号DX）の基準距離を知ることで、相対スケーリング・オフセットを計算するために次式が使用できる。

【数1】

スケーリング・オフセット（X）＝測定DX／基準DX  
Y、Z方向における絶対スケーリング・オフセット、およびX、Y、Z方向のまわりの回転に関して同様なオフセットが計算できる。このように計算したスケーリング・オフセットは特定のステーションでの測定値の関数として特定の位置を計算するのに使用できることを理解しなければならない。各ステーションにおいてそのようにすることで、各位置測定システムは校正される。スケーリング・オフセットは或る程度のずれ、すなわちドリフトを示し、従って1回以上、例えば装置で処理される基板毎に、スケーリング・オフセットを計算することが必要となる。

【0014】また、相対スケーリング・オフセットを得るために、次式によって第1のステーション（st. 1）の位置測定システムを第2のステーション（st. 2）の位置測定システムに対して校正できる。

【数2】スケーリング・オフセット（Xst. 2に対するXst. 1）＝測定DX（st. 1）／測定DX（st. 2）

相対スケーリング・オフセットを使用する利点は、2つのマークの間隔距離を線形的に増大させる物体テーブルの熱膨張のようないずれの線形スケーリング効果が関係づけ処理において考慮できると言うことである。3以上のステーションがある場合、1つのステーションを「ホーリー（holly）」として選択し、他の全てのステーションをそのステーションに対して関係づけることができ、またはいずれか2つのステーションを互いに関係づけることができる。

【0015】本発明のさらに他の概念によれば、放射投影ビームを供給する放射システムと、所望パターンに従って投影ビームのパターンを定めるように作用するパターン形成手段を支持するための第1の物体テーブルと、基板を保持するための第2の物体テーブルと、基板のターゲット部分にパターン形成したビームを投影する投影

システムと、前記第1および第2の物体テーブルの1つの位置を測定する第1の位置測定システムと、前記第1の位置測定システムの範囲内の前記1つの物体テーブルの基準位置を同定（若しくは認識）する第1の検出システムと、前記1つの物体テーブルの位置を測定する第2の位置測定システムと、前記第2の位置測定システムの範囲内の前記1つの物体テーブルの基準位置を同定する第2の検出システムとを含み、前記第1および第2の位置測定システムの測定値を互いに関係づけるために、前記第1および第2の位置測定システムと、前記第1および第2の検出システムとに接続された計算手段を含むことを特徴とするリトグラフ投影装置が提供される。

【0016】上述はIC製造において本発明による装置を使用することを特に引用したが、この装置は他の多くの可能とされる応用例を有することを明確に理解すべきである。例えば、一体化光学系の製造、磁気領域メモリ、液晶表示パネル、薄膜磁気ヘッドなどのガイドおよび検出パターンの形成に使用できる。当業者は、そのような代替応用例に関して、本明細書の用語「焦点板」、「ウェーハ」、または「ダイス」の使用はより一般的なそれぞれの用語「マスク」、「基板」、および「ターゲット部分」と置き換えられると考えなければならない。

【0017】本発明およびその付随する利点は、例とする実施例および添付の概略図によってさらに明確にされるであろう。

【0018】

【発明の実施の形態】例1

図1は本発明の第1の実施例による方法に使用することが適当であるリトグラフ投影装置を概略的に示す。この装置は、放射（例えば紫外線または極紫外線、X線、イオンまたは電子）投影ビームPBを供給する放射システムLA、Ex、IN、COと、マスクMA（例えば焦点板）を保持するマスク・ホルダーを備え、部材PLのような基準に対してマスクを正確に位置決めするための第1の位置決め手段に連結されたマスク・テーブル（第1の物体テーブル）MTと、基板W（例えばレジスト被覆シリコン・ウェーハ）を保持する基板ホルダーを備え、部材PLのような基準に対して基板を正確に位置決めするための第2の位置決め手段に連結された第1の基板テーブル（第2の物体テーブル）WTaと、基板Wを保持する基板ホルダーを備え、部材PLのような基準に対して基板を正確に位置決めするための第3の位置決め手段に連結された第2の基板テーブルWTbと、第1の、すなわち露光ステーションSaにて第1または第2の基板テーブルに保持されている基板Wのターゲット部分Cの上に、マスクMAの照射部分を像形成する投影システム（「レンズ」）PL（例えば回折または反射屈折システム、ミラー群、またはフィールド・デフレクター・アレー）と、第2の、すなわち計測ステーションSbにて第1または第2の基板テーブルに保持されている基板Wの

上で初期計測段階を実行するためのレベリング・システムLSと、第1の(露光)ステーションSaにて基板テーブルの1つの位置を測定するための第1の位置測定システムIfaと、第2の(計測)ステーションSbにて基板テーブルの他の1つの位置を測定するための第2の位置測定システムIfbとを備えた位置制御システムとを含む。

【0019】本明細書で示すように、この装置は透過型(すなわち透過マスクを有する)のものである。しかしながら、一般に、例えば反射型とされることもできる。

【0020】この放射システムは、放射ビームを発生させる放射源LA(例えば水銀ランプ、励起レーザー、ストレイジリングまたはシンクロトロン)の電子ビーム路のまわりに備えられた波形形成器、プラズマ供給源、または電子またはイオン・ビーム供給源)を含む。このビームは照射システム、例えばビーム成形光学装置Ex、インテグレートIN、および集光器(コンデンサー)CO、に含まれる各種の光学要素を通過し、これにより得られるビームPBが所望の形状および横断面における強度分布を有するようになされる。

【0021】ビームPBはマスク・テーブルMT上のマスク・ホルダー内に保持されたマスクMAで遮られる。マスクMAを横断したならば、ビームPBはレンズPLを通過し、レンズPLはビームPBを基板Wのターゲット部分C上に結像させる。例えばビームPBの光路に異なるターゲット部分Cを位置決めするために、干渉式変移測定手段Ifa、Ifbに助成されて、基板テーブルWta、Wtbは第2および第3の位置決め手段によって正確に移動できる。同様に、第1の位置決め手段は、例えばマスク保管場所からマスクMAを機械的に取り出した後、またはマスクの走査時に、ビームPBの光路に対してマスクMAを正確に位置決めするのに使用できる。一般に、マスク・テーブルMT、Wta、Wtbの動きは、図1に明確に示されていない長いストロークのモジュール(コースの位置決め)および短いモジュール(微細な位置決め)に助成されて実現される。(ステップ・アンド・スキャン装置とは逆に)ウェーハ・ステッパの場合には、マスク・テーブルMTは短いストロークの位置決め装置にのみ連結されてマスクの配向および位置の微調整が行われるか、またはマスク・テーブルMTは固定されることができる。第2および第3の位置決め手段は、投影システムPLの下方の第1のステーションSa、およびレベリング・システムLSの下方の第2のステーションSbの両方に亘る範囲上で基板テーブルWta、Wtbを位置決めできるように構成される。適当な行きシステムは、とりわけ上述したWO98/28665およびWO98/40791に記載されている。リトグラフ装置は複数の露光ステーションおよび(または)複数の計測ステーションを有すること、また計測および露光ステーションの個数は互いに異なり、ステー

ションの全数は基板テーブルの個数と等しい必要はないことに留意すべきである。実際に、露光および計測ステーションが別々とされる原理は、1以上の基板テーブルで使用できる。

【0022】図示装置は2つの異なるモードで使用できる。すなわち、

1. ステップ・アンド・リピート(ステップ)モードでは、マスク・テーブルMTは基本的に静止状態に保持され、マスク像の全体が1回の動作(すなわち1回の「フラッシュ」)でターゲット部分C上に投影される。次に関連する基板テーブルはXおよび(または)Y方向へ移動されて異なるターゲット部分CがビームPBで照射できるようになされる。

2. ステップ・アンド・スキャン(スキャン)モードでは、所定のターゲット部分Cが1回の「フラッシュ」で露光されないこと以外、本質的に同じ手順が適用される。その代わり、マスク・テーブルMTは速度vで所定の方向(いわゆる「走査方向」、例えばY方向)へ移動でき、従ってビームPBはマスク像の上を走査するようになされる。同時に、関連する基板テーブルWtaまたはWtbは速度V=Mvで同一方向または反対方向へ移動される。ここで、MはレンズPLの倍率(典型的にM=1/4または1/5)である。このようにして、解像度を低下させる必要なく比較的広いターゲット部分Cを露光できる。

【0023】製造過程でリトグラフ投影装置を校正する本発明による方法を使用する場合、以下の段階が使用される。最初に、基板Wは第2のステーションSbで基板テーブルWtb上に載置される。この基板(図2でWta、Wtbを参照)はテーブル平面に2つの基準平面(例えば基底平面)RM1、RM2を有し、この基準平面はそれぞれ基準マスクM1、M2および像センサーTIS1、TIS2を備えている。マスクM1、M2の位置はマーク検出システムRDのもとに検出され、同時に関連する基板テーブルの位置は6自由度までの一測定システムIfbによって測定される。

【0024】基板テーブルの位置の測定は、例えば米国特許第6020964号(P-0077.010-US)またはWO99/32940(P-0079.010-WO)に記載されているようなシステムで実行される。これらの特許は本明細書で援用される。この位置測定システムでは、位置を測定するために、干渉ビームが関連する基板テーブルに当てられる。基板テーブルの位置を読み取るために光学的エンコーダも使用できる。一般に光学的エンコーダは読み取りヘッドを含み、この読み取りヘッドが基板テーブル上に取り付けられ得る目盛りの動きを読み取る。この位置測定システムは移動したときの基板テーブルの並進を測定し、これによりマーク検出システムRDは最初に第1のマーク、次に第2のマークを、例えばM1、M2を検出する。この手順によ

り、位置測定システム（I F aまたはI F b）はマークM1、M2の基準間隔距離を測定する。前記距離は基板テーブルに関して固定されており、位置測定システムのスケーリングのための良好な基準を与える。基板テーブルが他の位置測定システムへ移動されると、前記他の位置測定システムのスケーリングのために両マークの間隔距離が再び使用される。

【0025】マーク検出システムRDはWO98/39689（P-0070、010-WO）に記載されたようなシステムとされることができ、その特許は本明細書で援用される。またマークM1、M2に関して基板W上のマークの位置を測定するのにも使用できる。このようなマーク検出システムは反射回折格子（マーク）に当てられる放射整合ビームを使用する。マークは回折された整合ビームを検出器へ向けて反射し、検出器がマークの位置を測定する。

【0026】第2のステーションSbでは、本明細書で援用されるヨーロッパ特許公報1037117（P-0128、010-E P）にさらに詳しく記載されているような基板テーブル上の基板Wの表面造作を測定するのに、レベリング・システムLSが使用できる。レベリング・システムLSは、例えば特定表面のZ方向の位置およびX、Y方向のまわりの回転を測定するのに使用できる。

【0027】基板Wがレベリング・システムLSで走査され、基板テーブルのマークM1、M2の位置が決定されたならば、基板テーブルは基板Wを露光させるために第1のステーションSaへ移動される。その後、第1のステーションに存在する基板テーブルは第1のステーションSaから他の位置、例えば取り外しステーションへ移動されねばならない。第1のステーションSaでは、図3に示されるように、マスクM上のマークTIS-Mの空間像に対する基板テーブルの位置を決定するのに像センサーTIS1、TIS2が使用される。像センサーTIS1、TIS2は、例えば投影ビームPBの放射に感応する光検出器の上方に位置する表面に開口を含む。投影ビームPBでマークTIS-Mを照射することで、前記マークの空間像は投影システムにより基板テーブルの平面上に投影される。像センサーTIS1の開口上の前記空間像を走査し、またその開口が空間像のネガを形成するように開口を配置することで、検出器は、それが焦点面および空間像の中心に位置するとき最大照射を示す最大出力を与える。検出器TIS1、TIS2として使用するのに適した透過型の像センサーの例は、米国特許第4540277号に極めて詳細に記載され、（代替としての）反射型像センサーは米国特許第5144363号に記載されている。これらの特許は本明細書で援用される。TIS1およびM1は同一基準面RM1に含まれ、両者間に固定的な校正距離を有する。RM2上のTIS2およびM2にも同じことが適用される。基板テ

ーブルを移動し、両像センサー（すなわちTIS1、TIS2）がその後マークTIS-Mの空間像を検出するようにすることで、第1のステーションSaでの位置測定システムI F aのために基準距離が与えられる。

【0028】スケーリング・オフセットを決定するために、第2のステーションSbで使用されるようにマーク検出システムを、または本明細書で援用する米国特許第5481362（P-0032、010-US）号に記載されているようにレンズ通過整合式（スルー・ザ・レンズ（TTL））整合方法を使用することができる。レンズ通過整合式整合方法を使用することで、放射整合ビームは投影システムPLを通して、基板テーブル上に位置する反射回折格子へ当てられる。この格子はビームを投影システムPL内へ反射し、マスクMAのマークを通して検出器へ戻し、検出器は反射回折格子の位置を示すその像の反射強度を測定する。

【0029】スケーリング・オフセットは、位置測定システム（I F aまたはI F b）の測定信号の関数として真の位置を計算するために計算手段で使用されるか、第1の位置測定システムで行われた測定を第2の位置測定システムで行われた測定にリンクさせるために使用できる。スケーリング・オフセットは装置で製造された各基板に関して決定できる。このように、スケーリング・オフセットは各基板に関して調整されて、ドリフトの影響は最小限に抑えられる。

#### 【0030】例2

本発明の第2の実施例による方法は図1の装置で使用できる。本発明の第2の実施例によれば、2つの位置測定システム（I F a、I F b）は基板Wに位置する2つのマーク（P1、P2）を使用することで互いに校正される。基板Wが基板テーブルW Ta、W T b上に載置された後、基板Wの2以上のマークは第2のステーションSbの検出システム、例えば図1の検出システムRDで検出される。第1のマークP1から第2のマークP2へ移動する間、基板テーブル（W TaまたはW T b）の位置は位置測定システムI F bで測定される。このように、2つの基準位置が第2のステーションSbで測定され、2つのマーク（P1、P2）の基準間隔距離を知ることによって特定の位置測定システムI F bに関するスケーリング・オフセットが計算できる。第1のステーションSaの位置測定システムI F aに関してこれを繰り返すことで、両位置測定システムを互いに関係づけることができる。第1のステーションSaにおいて、基板のマークを検出するために、第2のステーションSbで使ったマーク検出システムRDに似たマーク検出システムが使用でき、または上述したレンズ通過式（TTL）整合システムが使用できる。

【0031】本発明の特定の実施例を上記したが、本発明は記載した以外の方法で実施できることが認識されるであろう。例えば、この方法は3以上の物体テーブルの

位置を測定するために位置測定システムを校正するのに使用できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明による方法で使用するのに適したリトグラフ投影装置を概略的に示す。

【図 2】 図 1 の装置に使用される物体テーブルを概略的に示す。

【図 3】 図 1 の装置の第 1 のステーションの一層詳細な図を概略的に示す。

【符号の説明】

C ターゲット部分

IFa, IFb 位置測定システム

LA, Ex, IN, CO 放射システム

LS レベリング・システム

M1, M2 マーク

MA マスク

MT マスク・テーブル

PB ビーム

PL 投影システムすなわちレンズ

RD マーク検出システム

Sa, Sb ステーション

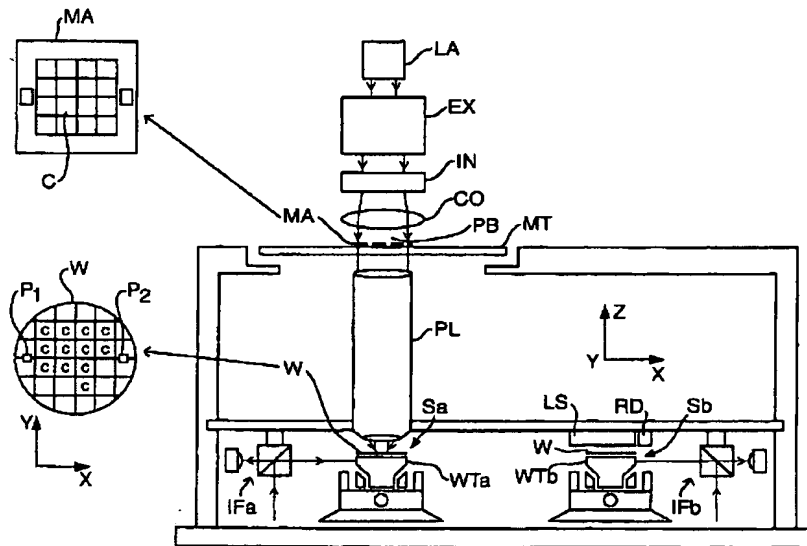
TIS1, TIS2 検出器

10 TIS-M マーク

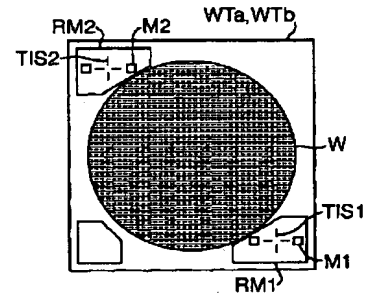
W 基板

WTa, WTb 基板テーブル

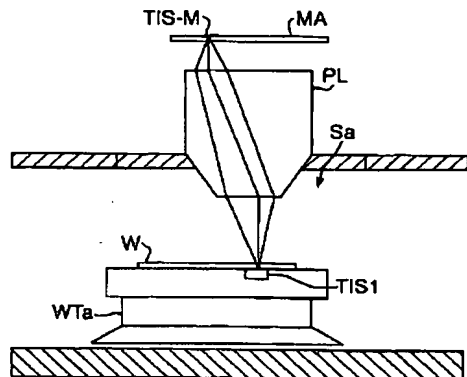
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2F065 AA14 BB17 BB27 CC20 DD06  
FF48 GG21  
5F046 BA04 BA05 CC16 EA07 EB01  
EB02 EB03 FC04